



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
CONFÉDÉRATION SUISSE
CONFEDERAZIONE SVIZZERA

J1010 U.S. PRO
10/022669
12/17/01

Bescheinigung

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

Attestation

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

Attestazione

I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern, 23. Nov. 2001

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren
Administration des brevets
Amministrazione dei brevetti


Rolf Hofstetter

This Page Blank (uspto)

Patentgesuch Nr. 2000 2476/00

HINTERLEGUNGSBESCHEINIGUNG (Art. 46 Abs. 5 PatV)

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

Titel:
Exentrisch gespeichtes Fahrrad-Rad.

Patentbewerber:
Jiri Krampera
Bertastrasse 34
8003 Zürich

Vertreter:
Frei Patentanwaltsbüro
Postfach 768
8029 Zürich

Anmeldedatum: 19.12.2000

Voraussichtliche Klassen: B60B

This Page Blank (uspto)

EXZENTRISCH GESPEICHTES FAHRRAD-RAD

STAND DER TECHNIK

Die Erfindung betrifft ein exzentrisch gespeichtes Fahrrad-Rad, dessen Speichensystem im Axialschnitt des Rades eine Schüsseltiefe (amount of dish) aufweist, sodass die Speichenspannungen an beiden Radseiten unterschiedlich sind. (Ähnliches Thema behandelte der Erfinder schon vorher in seinen Patenten "Felge für ein gespeichtes Fahrrad-Hinterrad".) Dieses Rad ist in einem Fahrrad als Vorderrad oder Hinterrad verwendbar.

Ein solches konventionelles Fahrrad-Vorderrad ~~besteht aus~~^{hat} eine Vorderradnabe, die in der Gabel des Fahrradrahmens befestigt ist und an deren einen Seite ^(z.B.) eine Bremsscheibe als Bestandteil einer Scheibenbremse angebracht ist. Ein solches konventionelles Fahrrad-Hinterrad ~~besteht aus~~^{hat} eine Hinterradnabe, die in dem Fahrradrahmen befestigt ist und an deren einen Seite ein Zahnkranzsatz für die antreibende Kette befestigt ist. Die Nabenflansche an den Seiten der Vorder- und der Hinterradnabe sind mit einer konventionellen, einen Reifen tragenden Felge ^{durch Speichen} unter Spannung verbunden.

In einem Hinterrad verursacht der Zahnkranzsatz eine unerwünschte seitliche Versetzung der Mittelebene der Nabenflansche von der Felgenmittelebene in Richtung zur Zahnkranzgegensseite. Durch diese mehrere Millimeter grosse Versetzung, welche als Schüsseltiefe bekannt ist, wird die Spannung der zahnkranzseitigen Speichen grösser als die Spannung der zahnkranzgegensseitigen Speichen in einem Masse, dass die Standfestigkeit des Hinterrades stark vermindert wird. Es ist darum wünschenswert die Speichenspannungen des Hinterrades soweit wie möglich auszugleichen.

Bei einem Vorderrad ist die seitliche Versetzung der Mittelebene der Nabenflansche durch die seitliche Befestigung der Bremsscheibe an der Nabe verursacht und auch hier ist der Ausgleich der Speichenspannungen an beiden Radseiten erstrebenswert.

Jedem Fachmann ist heute folgendes Problem bei dem konventionellen Fahrrad-Hinterrad bekannt. Ein Hinterrad mit heute 8 bis 10 Zahnkränzen, bei dem an der Zahnkranzseite des Rades die Speichenspannung um etwa 100 % und mehr (!) grösser ist als an der anderen Radseite, kann keine wünschenswerte durchschnittliche Spannung aller Speichen erhalten. Dies um so mehr, als die Unterschiede in den Spannungen einzelner Speichen an einer Radseite im Vergleich mit dem Durchschnittswert bekanntlich etwa ± 300 N betragen. Das Resultat ist ein Hinterrad,

bis

das sehr oft nachzentriert werden muss, da sich einzelne Nippel der zu lockeren Speichen an der Zahnkranzgegenseite des Rades im Betrieb selbsttätig lockern. Die hoch gespannten Speichen an der Zahnkranzseite können jedoch nicht genügend nachgespannt werden, um den Speichen an der Zahnkranzgegenseite zu einer höheren Spannung zu verhelfen, da ihre Nippel z.B. beim gewaltigen Nachspannen mit dem Zentrierschlüssel in zwei Teile zerrissen werden oder ihr Vierkant abgerissen wird. Ausserdem brechen im Betrieb durch Ermüdung fast immer nur die Speichen an der Zahnkranzseite. Folglich sind alle konventionellen Hinterräder auch bei sehr teuren Rennrädern minderwertig.

Heute sind bei exzentrisch gespeichten Fahrrad-Rädern unzählige Speichenordnungen, die verschiedenste Vorteile bringen sollen, bekannt. Alle Systeme haben aber eine gemeinsame Eigenschaft: Die Anzahl der Speichen, die von einem Nabenflansch zur Felge führen, ist die gleiche, wie die Anzahl der Speichen, die von dem Flansch an der anderen Seite der Nabe zur Felge führen. Es ist gerade diese Eigenschaft, die dazu führt, dass bei einem exzentrisch gespeichten Rad die durchschnittlichen Spannungen an beiden Radseiten zwangsläufig unterschiedlich sein müssen. der Speichen

In den letzten Jahren hat man gegen diese unerwünschte Erscheinung verschiedenes unternommen. Man hat beispielsweise asymmetrische Felgen mit seitlich versetzten Speichenverankerungen entworfen im europäischen Patent Nr. 0494277 und dem entsprechenden U.S.Pat. No. 5,228,756 (und Japan. Pat. Nr. 3111074.) Durch diese Lösungen wurden die Speichenspannungen an beiden Radseiten wesentlich ausgeglichener. Wie verschiedene Tests der Lizenznehmer bezeugen, sind Räder mit solchen Felgen widerstandsfähiger als Räder mit konventionellen Felgen. Zur Zeit werden Laufräder mit solchen Felgen für Fahrrad-Hinterräder mit mehreren Zahnkränzen und auch für Vorderräder mit Bremsscheiben verwendet.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein exzentrisch gespeichtetes Fahrrad-Rad zu schaffen, welches, verglichen mit einem konventionellen exzentrisch gespeichten Rad mit gleicher Schüsseltiefe, gleicher Nabe, gleicher Felge und gleicher Anzahl der Speichen fast oder sogar genau gleiche Spannungen der Speichen an beiden Radseiten aufweist und deshalb viel dauerhafter ist. Diese - auf den ersten Blick nicht durchführbare Aufgabe - wird durch ein gespeichtetes Rad mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 1 auf einfachste Art und Weise gelöst. Dieses Rad hat an jeder Radseite eine andere

Anzahl der Speichen nach dem Prinzip: Grössere durchschnittliche Spannung der Speichen an einer Radseite wird durch grössere Anzahl der Speichen an dieser Seite eliminiert. Die restlichen Fragen, ob man so ein Speichensystem in

einem Rad überhaupt einspeichen kann und ob man so ein Rad zentrieren kann, werden mit ja beantwortet.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Nachfolgend wird anhand der Zeichnungen zuerst die Problematik am Fahrrad-Hinterrad bei Verwendung konventioneller Speichensysteme erklärt. Beim Fahrrad-Vorderrad ist die Problematik analog und wird deshalb nicht behandelt. Nachher werden verschiedene Ausführungsformen der Erfindung im einzelnen erläutert. In schematischen Darstellungen zeigen:

- Fig. 1 einen Teil eines konventionellen exzentrisch gespeichten Fahrrad-Hinterrades in der axialen Schnittansicht nach dem Stand der Technik;
- Fig. 2 ein konventionelles exzentrisch gespeichtetes Fahrrad-Vorderrad oder Fahrrad-Hinterrad in der Seitenansicht nach dem Stand der Technik;
- Fig. 3 einen Teil eines exzentrisch gespeichten Fahrrad-Hinterrades in der axialen Schnittansicht ähnlich wie in der Fig. 1 jedoch nach einer Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 4 - 8 ein exzentrisch gespeichtetes Fahrrad-Vorderrad oder Fahrrad-Hinterrad in der Seitenansicht ähnlich wie in der Fig. 2 jedoch nach verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER VORTEILHAFTEN AUSFUEHRUNGEN DER ERFINDUNG

Fig. 1 zeigt einen Teil eines konventionellen exzentrisch gespeichten Fahrrad-Hinterrades 1 in der axialen Schnittansicht nach dem Stand der Technik.

Der Reifen 2 ist auf einer konventionellen Felge 3 mit einem bezüglich der Felgenmittelebene M symmetrischen Querschnitt und einem einfachen Felgenboden 4 befestigt. Heutzutage werden vermehrt Felgen mit doppeltem Felgenboden und mit verschiedensten, auch asymmetrischen Querschnitten verwendet.

Die Felge 3 ist durch zahnkranzseitige Speichen 5 mit dem zahnkranzseitigen Nabenflansch in den Verankerungspunkten 6 und durch zahnkranzgegenseitige Speichen 7 mit dem zahnkranzgegenseitigen Nabenflansch in den Verankerungspunkten 8 verbunden. Die Verankerung der Speichen in den Nabenflanschen erfolgt meistens in den Speichenlöchern, wobei die Speichen am Ende einen rechtwinkligen Bogen mit einem Speichenkopf haben. Aus Gründen der Uebersichtlichkeit ist dieses Detail nicht dargestellt.

Die Verankerung der Speichen in der Felge erfolgt in der Felgenmitte durch Speichennippel 9, 10 in den Punkten 11. Heute befinden sich diese Veran-

kerungsstellen nicht immer in der Felgenmitte und es werden beispielsweise alle Speichen von der Mittelebene M in der zahnkranzgegenseitigen Hälfte der Felge seitlich versetzt verankert. Oder werden die zahnkranzseitigen Speichen in der zahnkranzgegenseitigen Hälfte der Felge verankert und umgekehrt, sodass sich die zahnkranzseitigen und die zahnkranzgegenseitigen Speichen in der axialen Schnittansicht des Rades kreuzen. Das Ziel solcher Systeme ist eine Verbesserung der Seitesteifigkeit des Rades und des Verhältnisses der Speichenspannungen an den Radseiten.

Die Speichennippel 9,10 sind heute manchmal statt in der Felge in den Nabenflanschen angebracht. Auch sind die Nabenflansche nicht immer ringförmig gestaltet, sondern es werden beispielsweise die in ihrer ganzen Länge geraden Speichen auf dem Umfang der Nabe in verschiedenen zahnförmigen Gebilden verankert, sodass eine Bruchgefahr im Speichenbogen entfällt.

Beim Zentrieren des Rades durch das Drehen der Speichennippel 9, 10 entstehen in den Speichen 5, 7 Spannungen T_1 , T_2 , welche das Material der Felge und der Nabe in den Speichenverankerungspunkten 11, 6, 8 auf Druck beanspruchen. Das sehr wichtige Verhältnis der durchschnittlichen Speichenspannungen an beiden Radseiten ist von dem Verhältnis der Winkel zwischen den Speichen 5, 7 einerseits und der Felgenmittelebene M andererseits abhängig. Die Spannungen der Speichen sind in der Fig. 1 graphisch als Linienabschnitte T_1 und T_2 dargestellt, welche zueinander im Verhältnis etwa 2 : 1 stehen. Dies führt heute bei sieben- und mehrfachen Zahnkränzen zu einer sehr mangelhaften Seitensteifigkeit des Hinterrades in Richtung von der Zahnkranzseite zur Zahnkranz - Gegenseite des Rades (der zahnkranz - Gegenseite) und zur ständigen Lockerung der Speichennippel an dieser Seite, es ist mathematisch nachweisbar und durch praktische Messungen untermauert, dass das Verhältnis der Speichenspannungen $T_1 : T_2$ dem Verhältnis der Masse $c : d$ auf der Nabe ziemlich genau entspricht.

Diese Regel ist immer dann gültig, wenn die Speichen an beiden Radseiten gekreuzt gespeicht sind. Dabei werden die am Ende rechtwinklig gebogenen Speichen in jeden Flansch von beiden Seiten abwechselnd in die Speichenlöcher eingesteckt, sodass sie auch abwechselnd von beiden Seiten aus dem Flansch in Richtung zur Felge herauskommen. Die mechanische Auswirkung dieses Systems des Einspeichens ist solche, als wenn alle Speichen aus jedem Flansch von der Mitte des Speichenloches aus den Punkten 6 und 8 zur Felge geführt werden, wie es vereinfacht in der Fig. 1 dargestellt ist. An beiden Radseiten gekreuzte Speichen haben die Räder in den Figuren 2, 4 und 6. Dies kann man gut ersehen in den Vergrößerungen der Nabenflansche in diesen Figuren. Bei den Figuren 5, 7 und 8 ist es anders, wie es bei diesen Figuren beschrieben wird. als in den Fig. 2, 4 und 6.

2476.00

Die Masse c und d kann man einfach messen und das Verhältnis der Speichenspannungen errechnen. Dieses sollte sich so weit als möglich dem idealen Verhältnis von $1 : 1$ nähern. Die beim Zentrieren des Rades entstehenden horizontalen Kraftkomponenten P_1 und P_2 der Speichenspannungen T_1 und T_2 können kleiner oder grösser werden je nach Grösse von T_1 und T_2 , sind aber zwangsläufig bei einem Rad immer gleich gross.

In der Felgenmittelebene M liegen auch die Verankerungspunkte der Nippel 11 in der Felge. Dies ist aber nicht immer der Fall wie es z.B. das vorher erwähnte Patent "Felge für ein gespeichtes Fahrrad-Hinterrad" zeigt. Die Mittelebene der Nabenflansche F ist von der Felgenmittelebene M in Richtung zur Zahnkranzgegensseite der Nabe um das Mass e seitlich verschoben, wodurch das Speichensystem eine exzentrische Form bekommt. Das Mass $e = (h - f) : 2$ ist die eigentliche unerwünschte Schüsseltiefe (amount of dish) des Speichensystems und die Ursache der Unvollkommenheit des Rades.

Ergänzend soll gesagt werden, dass bei einem konventionellen Fahrrad-Vorder- oder Hinterrad ohne eine Bremsscheibe das Speichensystem zentrisch ist, sodass die Ebenen M und F identisch sind und keine Schüsseltiefe e entsteht. Solche Räder haben die gleiche Speichenspannung an beiden Seiten, sodass $c = d$ und $T_1 : T_2 = 1 : 1$. Dies ist der Idealfall und diese Räder sind im Betrieb um das Mehrfache dauerhafter als die gespeichten Räder mit einem exzentrischen Speichensystem.

Fig. 2 zeigt ein konventionelles exzentrisch gespeichtes Fahrrad-Vorderrad oder Fahrrad-Hinterrad in der Seitenansicht nach dem Stand der Technik. Das Hinterrad 1 dieser Art wurde gezeigt in der axialen Schnittansicht in der Fig. 1. Auf die Darstellung des Reifens, des Zahnkranzes oder der Bremsscheibe wurde verzichtet, um nur das Wesentliche zu zeigen.

Das Rad hat insgesamt 24 Speichen und sie sind an beiden Radseiten zweimal gekreuzt. Die Speichen der dem Betrachter zugewendeten Radseite sind durch volle Striche dargestellt, die Speichen an der anderen Radseite sind strichliert. Die beidseitige Kreuzung der Speichen dient der besseren Uebertragung des durch den Kettenantrieb oder den Bremsvorgang entstehenden Drehmomentes von beiden Flanschen der Nabe durch die Speichen auf die Felge. Diese zusätzliche Zugbelastung ist somit auf mehr Speichen verteilt als wenn ein Flansch nur radiale Speichen hat, welche kein ^(Drehmoment) ~~Mass~~ übertragen können. Ein Detail des Flansches macht die Speichenführung besser sichtbar. Ein ähnliches Detail ist auch in den Fig. 4, 5, 6, 7 und 8 zu sehen.

Das dieser Figur Wichtigste für unsere Ueberlegungen ist die Tatsache, dass die Anzahl der Speichen an jeder Radseite 12 beträgt und somit das Spei-
gewäss gleich ist und in diesem Beispiel

247600

chenanzahlverhältnis der Speichen 7 zu den Speichen 5 1 : 1 ist. Obwohl heute bei Fahrrädern unzählige Speichenbespannungssysteme existieren, bleibt dieser Grundsatz bei jedem konventionellen gespeichten Rad erhalten. Die Anzahl der Speichen an beiden Radseiten ist gleich. Wenn dabei das durchschnittliche Speichenspannungsverhältnis $T_1 : T_2$ etwa 2 : 1 beträgt, wie in der Fig. 1 graphisch dargestellt ist, dann muss durchschnittlich jede Speiche an ^{der} Zahnkranz ~~oder Scheibenbremsenseite~~ des Rades einer zweimal grösseren Spannung widerstehen als jede Speiche an der anderen Radseite.

Fig. 3 zeigt einen Teil eines exzentrisch gespeichten Fahrrad-Hinterrades 1' in der axialen Schnittansicht nach einer Ausführungsform der Erfindung. Die graphische Darstellung des Rades entspricht der Fig. 1 und darum wird aus Uebersichtlichkeitsgründen auf Zahlen und Hinweisstriche zu mehreren Komponenten verzichtet und ^{nur} die Änderungen gegenüber der Fig. 1 betont.

Es ist ersichtlich, dass die Speichenspannungen T_1' und T_2' und zwangsläufig auch ihre horizontalen Kraftkomponenten P_1' und P_2' im Vergleich zur Fig. 1 grösser geworden sind. Bei dem Rad 1 in Fig. 1 mit dem Verhältnis der Masse $c : d = 2 : 1$ und dem Verhältnis der Speichenanzahl an den Radseiten von 1 : 1 ist die durchschnittliche Spannung aller Speichen im Rad ungenügend und beträgt erfahrungsgemäss höchstens 700 N. Das Rad ist darum aus vorher beschriebenen Gründen minderwertig. Bei dem Rad 1' kann man jedoch ohne weiteres auch bei $c : d = 2 : 1$ und sogar bei gleicher Gesamtanzahl der Speichen wie im Rad 1 eine viel höhere durchschnittliche Spannung aller Speichen von etwa 1'100 N und mehr erzielen.

Der Trick ist folgender: Man erhöht die Anzahl der Speichen an der Zahnkranzseite des Rades und gleichzeitig vermindert deren Anzahl an der Zahnkranzgegenseite, sodass das Verhältnis der Speichenanzahl an den Radseiten jetzt 1 : 2 beträgt. So entsteht ein Speichenspannungsverhältnis an den Radseiten von 1 : 1 wie bei einem zentrisch gespeichten Vorderrad. Kurz gesagt: Zweimal grössere ^{Spannung der einzelnen Speichen} ~~gesamte Speichenspannung~~ ^{dort} an der Zahnkranzseite des Rades wird durch zweimal soviel Speichen ausgeglichen. Graphisch haben wir diesen Zustand in der Fig. 3 so dargestellt, dass der Linienabschnitt T_1' in zwei gleiche Abschnitte $T_1'/2$ und $T_1'/2$ zerfällt. Jeder von ihnen repräsentiert eine ganze Speiche und entspricht dem Linienabschnitt T_2' . Die Verhältnisse in diesem Hinterrad sind aber nicht die gleichen wie in einem zentrisch gespeichten Vorderrad.

Die Belastungen des Materials auf Druck in den Verankerungspunkten der Speichen in der Felge und in der Nabe sind jetzt an beiden Radseiten gleich und auch die Setzerscheinungen bei den Speichenköpfen oder den Nippeln, welche sich in wenigen Zehnteln von Millimetern abspielen, sind dadurch gleich geworden. Die

2478.00

minimalen und maximalen Spannungen der einzelnen Speichen im ganzen Rad bewegen sich jetzt im zulässigen Bereich - auch bei einer Streuung von + - 300 N. Die Köpfe der Speichennippel haben jetzt genügend Reibung auf ihrer Unterlage und die Nippel können sich selbsttätig nicht lockern. Die Speichen werden aber nicht übermässig gespannt, sodass die Zentrierung ohne Schwierigkeiten vor sich geht und sie brechen auch nach langer Belastung nicht. Das Rad wird dadurch sehr stabil und bekommt selten einen Seitenschlag.

Die wichtige Seitensteifigkeit des Rades von der Seite des Zahnkranzes - oder von der Seite der Bremsscheibe - hat sich erhöht, weil die gesamte Speichenspannung im Rad erhöht wurde und somit auch die horizontalen Kraftkomponenten $P1'$ und $P2'$ der Speichenspannungen $T1'$ und $T2'$. Die horizontalen Kräfte, die z.B. beim Fahren im Wiegetritt auf das Rad $1'$ gegen die Kraftkomponente $P1'$ wirken, sind relativ zu $P1'$ kleiner als die gleichen Kräfte relativ zu $P1$ in der Fig.1. Nur der Winkel zwischen den Speichen $5'$ und der Felgenmittelebene M ist klein geblieben. Man kann jedoch diese Seitensteifigkeit nochmals erhöhen mit anderen Mitteln, wie später beschrieben wird.

Fig. 4 zeigt ein exzentrisch gespeichtes Fahrrad-Vorderrad oder Fahrrad-Hinterrad in der Seitenansicht nach einer Ausführungsform der Erfindung. Ein Hinterrad $1'$ dieser Art wurde gezeigt in der axialen Schnittansicht in der Fig.3. Die Darstellung entspricht im wesentlichen der Fig. 2, wobei das Rad ebenfalls 24 Speichen hat und ~~es~~^{diese} sind ebenfalls an beiden Radseiten gekreuzt.

Der wichtigste Unterschied zum konventionellen Rad in der Fig.2 liegt darin, dass die Anzahl der Speichen an einer Radseite 8 beträgt, an der anderen Radseite jedoch 16 und somit ist das Anzahlverhältnis der Speichen $7'$ zu den Speichen $5'$ $1 : 2$. Dies spricht gegen den bis heute immer eingehaltenen Grundsatz bei gespeichten Fahrrad-Rädern, nach welchem die Anzahl der Speichen an beiden Radseiten gleich ist.

Die Speichenspannungsverhältnisse bei konventionell gespeichten Rädern mit einigen heute bekannten Naben, welche sich aus dem Verhältnis $c : d$ auf den Naben ergeben, sind z.B. folgende:

Nabe Campagnolo Record, 1990, 8 - fach, Länge 130 Millimeter, — $2.13 : 1$.

Nabe Shimano Ultegra, 2000, 9 - fach, Länge 130 Millimeter — — — $1.84 : 1$.

Wenn jetzt ein Rad mit einer ähnlichen Nabe und dem Verhältnis von $c : d = 2 : 1$ aber mit dem hier vorgeschlagenen Anzahlverhältnis der Speichen $7'$ zu den Speichen $5'$ von $1 : 2$ gebaut wird, ergeben sich dann die Speichenspannungsverhältnisse an den Radseiten von $1 : 1$, weil die Speichen an beiden Radseiten die gleiche Spannung haben werden. Das ist unser Ziel, das stabile Rad ist entstanden - und das alles mit eigentlich keinem Aufwand !

247500

In dieser Figur geben wir tabellarisch auch verschiedene brauchbare an beiden Radseiten gekreuzte und analog gestaltete Varianten der Speichenführung mit anderen Zahlen der Speichen an. Aehnliche Tabellen finden Sie auch in den Fig. 5,6,7 und 8. Bitte vergleichen Sie das Detail des Nabenflansches mit dem Detail in der Fig.2. Die Speichen der dem Betrachter zugewendeten Radseite, wo sich mehrere Speichen befinden, sind durch volle Striche dargestellt, die Speichen der anderen Radseite, wo sich weniger Speichen befinden, sind strichliert. Aehnliche Darstellungen finden Sie auch in den Fig. 5,6,7 und 8.

Fig. 5 zeigt ein exzentrisch gespeichtes Fahrrad-Vorderrad oder Fahrrad-Hinterrad in der Seitenansicht nach einer anderen Ausführungsform der Erfindung. Das Rad hat insgesamt 27 Speichen und das Speichenanzahlverhältnis ist wieder $1 : 2$ wie in der Fig.4. Es gibt 18 3 - mal gekreuzte Speichen dargestellt in durchgezogenen Linien an der einen Radseite und 9 radial angeordnete strichlierte Speichen an der Radgegensseite. Die tabellarisch angegebenen Gesamtzahlen der Speichen sind ungerade Zahlen und alle durch 3 dividierbar. So etwas gibt es bei konventionell gespeichten Rädern nicht, dort ist jede Gesamtzahl der Speichen immer nur durch 2 dividierbar.

Da an der Radseite mit weniger Speichen alle Speichen radial angeordnet sind, muss man die Berechnung des Verhältnisses der Speichenspannungen $T_1 : T_2 = c : d$, wie in der Fig.1 angedeutet ist, korrigieren. Das Mass c ist die Distanz zwischen der Felgenmittelebene M und der Achse der Speiche (wo die Zugkraft wirksam ist) an der Stelle des Speichenloches in dem Flansch. Wenn alle Speichen an dieser Radseite von dem Raum zwischen den Flanschen in den zahnkranzgegenseitigen Flansch eingesteckt werden und dann entlang der äusseren Seite des Flansches zur Felge geführt werden - wie es meistens der Fall ist - ,dann vergrössert sich das Mass c um etwa 3 Millimeter (der Punkt 8 wird um die Hälfte der Dicke des Flansches ^{plus} ~~und~~ die Hälfte des Durchmessers der Speichen nach aussen (nach links) verschoben).

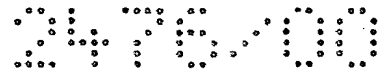
Umgekehrt, wenn alle Speichen von der Aussenseite des Rades in den zahnkranzgegenseitigen Flansch gesteckt werden - was nicht üblich ist - dann verkleinert sich das Mass c um diese 3 Millimeter. Das Mass d bleibt dabei bestehen, weil sich an dieser Radseite gekreuzte Speichen befinden. Man kann sich diese Veränderungen mit Hilfe der schematischen Zeichnung ³ der Fig. ~~2~~ vorstellen. Auch bei den Fig.4 und 6,7,8 könnte man an den Radseiten mit weniger Speichen die strichlierten Speichen statt gekreuzt radial einspeichen und dann müsste man auch dort diese Korrektur der Berechnung durchführen. Gekreuzte Speichen an beiden Radseiten sind jedoch bis auf Ausnahmen immer vorteilhafter wie schon erwähnt wurde.

2475.00

Fig. 6 zeigt ein exzentrisch gespeichtes Fahrrad-Vorderrad oder Fahrrad-Hinterrad in der Seitenansicht nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung. Das Rad hat insgesamt 24 Speichen wieder mit dem Speichenanzahlverhältnis 1 : 2 wie in den Fig. 4 und 5. Es gibt also 8 und 16 an beiden Radseiten gekreuzte Speichen. Die Speichen sind in Dreiergruppen angeordnet. Heutzutage sind sehr modern teure Laufräder, wo die Speichen ähnlich wie hier angeordnet sind, aber in Paaren. Auf einem solchen Hinterrad z.B. sieht man ein Paar der Speichen, die nahe aneinander in der Felge verankert sind, aber man kann nicht sehen, dass immer eine der Speichen im Paar eine nahezu zweifache Spannung als die andere hat und dementsprechend das Rad nicht stabil genug sein kann. Die strichlierten Speichen könnte man auch radial einspeichen, aber mit entsprechender Aenderung der Berechnung von $c : d$, wie in der Fig. 5 beschrieben wurde.

Fig. 7 zeigt ein exzentrisch gespeichtes Fahrrad-Vorderrad oder Fahrrad-Hinterrad in der Seitenansicht nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung. Dieses Rad hat insgesamt 25 Speichen und das Speichenanzahlverhältnis ist hier 2 : 3 (= 1 : 1.5). Es gibt 10 und 15 Speichen an den Radseiten. Die Distanzen zwischen den Verankerungspunkten der Speichen in der Felge sind hier wie bei allen Figuren mit Ausnahme von der Fig. 6 gleich gross. Solche Systeme sind für ein dauerhaftes Rad besser geeignet als das System nach der Fig. 6, da man solche Räder nach einem Seitenschlag besser zentrieren kann. Alle tabellarisch angegebenen Speichengesamtzahlen sind durch 5 dividierbar. Auch hier muss ähnlich wie in der Fig. 5 die Berechnung des Verhältnisses der Speichenspannungen $T_1 : T_2$ mit Hilfe von $c : d$ korrigiert werden. An beiden Radseiten sind die Speichen zwar gekreuzt, aber an der Seite mit mehr Speichen gibt es neben den gekreuzten auch noch radiale Speichen, die entlang der äusseren Seite des Flansches geführt werden. In diesem Fall muss man das Mass d etwa um 1.5 Millimeter vergrössern. Wenn man die radialen Speichen umgekehrt in den Flansch einsteckt - was wir nicht bevorzugen - muss man das Mass d um diese 1.5 Millimeter verkleinern. Bei radialer Einspeichung der strichlierten Speichen muss man in der Berechnung von $c : d$ das Mass c um 3 Millimeter vergrössern oder verkleinern, wie in der Fig. 5 beschrieben ist.

Fig. 8 zeigt ein Rad analog zur Fig. 7. Es hat gesamt 35 Speichen mit einem Speichenanzahlverhältnis 2 : 3 (= 1 : 1.5). Es gibt 14 und 21 Speichen an den Radseiten. Wegen grosser Anzahl der Speichen ist das Rad vorteilhaft dort, wo höhere Belastungen vorkommen und/oder wo eine überdurchschnittliche Dauerhaftigkeit bei vielen gefahrenen Kilometern erwartet wird (ideal für Trainingsräder).



Auch hier muss man wie in der Fig.7 das Mass d beziehungsweise das Mass c vergrössern oder verkleinern je nach Art der Speichenführung.

ZUSAETZLICHE MASSNAHMEN

Wie schon gesagt wurde, ist die höchste Aufgabe dieser Erfindung ^{die} Schaffung eines exzentrisch gespeichten Rades von bisher unerreichbarer Dauerhaftigkeit. Das wurde erreicht durch die ungleiche Anzahl der Speichen an den Radseiten. Es gibt aber noch andere Massnahmen, die diesem Ziel dienen.

Eine davon ist die Verwendung einer asymmetrischen Felge mit seitlich versetzten Verankerungsstellen der Speichen in Richtung zur Zahnkranzgegensseite des Rades. Das Verhältnis der Masse $c : d$ auf der Nabe und somit auch das wichtige Speichenspannungsverhältnis von $T_1 : T_2$ verkleinern sich rechnerisch dadurch erheblich, da das Mass c verkleinert wird und gleichzeitig das Mass d vergrössert wird. Somit vergrössert sich die Seitensteifigkeit des Rades in Richtung vom Zahnkranz oder von der Bremsscheibe zur anderen Radseite und auch die Dauerhaftigkeit des Rades wird besser.

Eine andere Massnahme ist ein genügend ^{grosser} Abstand der Flansche auf der Nabe voneinander ($2b = c + d$). Es steht ausser Zweifel, dass die Seitensteifigkeit eines Rades mit dem wachsenden Abstand der Flansche zunimmt und zwar in Richtung von beiden Radseiten her. Es ist verwunderlich, dass dieses Erkenntnis noch heute auch bei namhaften Herstellern ignoriert wird oder unbekannt ist. Heutzutage wird bei konventionellen Hinterrädern dieser Abstand nach einer bekannten Regel etwa $55(+ - 1 \text{ Millimeter})$ gross gehalten. Bei einem zu kleinen Abstand z.B. unter 50 Millimeter sinkt die Seitensteifigkeit und die Dauerhaftigkeit des Rades sehr stark. Umgekehrt, bei einem zu grossen Abstand z.B. über 60 Millimeter steigt das Speichenspannungsverhältnis auf Werte über $2 : 1$ und es kommt im Betrieb bald zur Lockerung der Nippel bei Speichen mit zu kleiner Spannung und folglich zu einem Seitenschlag. Bei Spezialrädern beseitigt man dies durch Verwendung von speziellen Nippeln mit einer Einlage aus Kunststoff. Der sehr grossen Spannung der Speichen an der Zahnkranzseite des Rades begegnet man mit Verwendung von speziellen dickeren Speichen an dieser Seite. Diese Spezialteile sind im Falle einer Reparatur selten zu erhalten. Der grosse Unterschied in der Spannung der einzelnen Speichen an beiden Radseiten bleibt aber bestehen und die ganze Lösung des Problems ist aus diesen Gründen unbefriedigend.

PRAKTISCHE RATSCHLAEGE

Nehmen Sie bitte Fig.1 zur Hand.

Bei einer Hinterradnabe für ein Rennfahrrad mit folgenden Massen in

④ Dabei müssen die Längen $2a$ und d bestehen bleiben und nur das Mass c wird vergrössert.

2478.00

Millimetern: $2a = 130$; $c = 35$; $d = 19$; Abstand der Nabenflansche $c + d = 54$,
ist das Speichenspannungsverhältnis $T_1 : T_2 = c : d = 35 : 19 = 1.84 : 1$. Bei einer konventionellen Bespeichung eines Rades mit dieser Nabe (Speichen links und rechts sind gekreuzt, Verankerung der Speichen in der Felge liegt in ihrer Mitte und die Anzahl der Speichen an beiden Radseiten ist gleich) ist also die durchschnittliche Spannung der Speichen 5 rechts (an der mehr belasteten Naben-Zahnkranzseite) 1.84 - mal grösser als die Spannung der Speichen 7 links (an der weniger belasteten Nabengegenseite).

Beispiele der Speichenspannungen in Rädern mit der beschriebenen Nabe unter Ausnutzung verschiedener Patentansprüche:

- 1) Verwendung der Speichenanzahl der Speichen 7' zu den Speichen 5' im Verhältnis $2 : 3 (= 1 : 1.5)$ - siehe Fig. 7 und 8.

Das ursprüngliche Speichenspannungsverhältnis $1.84 : 1$ reduziert sich dadurch 1.5 - mal, sodass $T_1' : T_2' = 1.23 : 1$.

Das Rad kann man gut gebrauchen, das neue Speichenspannungsverhältnis $1.23 : 1$ ist viel günstiger als das ursprüngliche $1.84 : 1$ und liegt tief im annehmbaren Bereich (bis etwa $1.4 : 1$). Man braucht eine konventionelle Nabe und konventionelle Felge, nur die Anzahl der Speichen an der linken und der rechten Radseite ist jetzt verschieden. Es ist vorteilhaft, wenn an beiden Radseiten sich gekreuzte Speichen befinden. aus früher beschriebenen Gründen

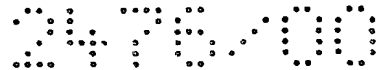
- 2) Verwendung des Speichenanzahlverhältnisses $2 : 3$ (wie im Falle 1)) und zweitens, Verwendung einer asymmetrischen Felge mit um 3 Millimeter in Richtung zur Zahnkranzgegenseite des Rades versetzten Speichenverankerungsstellen.

Erstens, wie im Falle 1): Das ursprüngliche Speichenspannungsverhältnis $1.84:1$ reduziert sich 1.5 - mal.

Zweitens, das ursprüngliche Verhältnis $c:d = 35:19 = 1.84 : 1$ verändert sich durch Versetzung der Speichenverankerung in der Felge um 3 mm auf $(c - 3) : (d + 3) = 32 : 22 = 1.45 : 1$. Das ursprüngliche Verhältnis $1.84 : 1$ reduziert sich dadurch zum zweiten Mal, diesmal $(1.84 : 1.45 =) 1.27$ -mal.

Das endgültige Speichenspannungsverhältnis $T_1' : T_2' = (1.84 : 1.5) : 1.27 = 0.97 : 1$.

Wir haben das ideale Speichenspannungsverhältnis von $1 : 1$ praktisch anzahl - spannungs erreicht. Zu dieser ausgezeichneten Lösung braucht man ein Speichenspannungsverhältnis von $2 : 3$ und eine asymmetrische Felge. Solche Felgen sind seit Jahren auf dem Markt. Sie verbessern nicht nur das Speichenspannungsverhältnis



nis der beiden Radseiten, ^{sondern} ~~aber~~ machen auch das Rad in Richtung von dem Zahnkranz zu der Zahnkranzgegensseite merklich steifer.

- 3) Verwendung der Speichenanzahl der Speichen 7' zu den Speichen 5' im Verhältnis 1 : 2 (s. Fig. ³4,5,6).

Das ursprüngliche Speichenspannungsverhältnis 1.84 : 1 reduziert sich dadurch 2 - mal, sodass $T1' : T2' = 0.92 : 1$.

Das Rad kann man gut gebrauchen, das neue Speichenspannungsverhältnis 0.92 : 1 ist viel günstiger als das ursprüngliche 1.84 : 1. Man braucht eine konventionelle Nabe und konventionelle Felge, nur die Anzahl der Speichen an der linken und der rechten Radseite ist jetzt verschieden. Da die Spannung $T1'$ rechts jetzt kleiner ist als die Spannung $T2'$ links, ist diese Lösung sehr vorteilhaft bei den Speichensystemen, wo alle Speichen links radial eingespeicht sind (Fig. 5), sodass das Drehmoment ausschliesslich durch die rechten gekreuzten Speichen übertragen wird.

- 4) Verwendung des Speichenanzahlverhältnisses 1 : 2 (wie im Falle 3)), zweitens, Verwendung einer asymmetrischen Felge mit um 3 Millimeter in Richtung Zahnkranzgegensseite des Rades versetzten Speichenverankerungsstellen (wie im Falle 2)) und drittens, Verwendung eines in Richtung zur Zahnkranzgegensseite der Nabe verlängerten Nabenkörper.

Erstens, wie im Falle 3): Das ursprüngliche Speichenspannungsverhältnis 1.84 : 1 reduziert sich 2 - mal.

Zweitens, wie im Falle 2): Das ursprüngliche Verhältnis $c : d = 35 : 19 = 1.84 : 1$ verändert sich durch Versetzung der Speichenverankerung in der Felge auf 1.45 : 1. Das ursprüngliche Verhältnis 1.84 : 1 reduziert sich dadurch zum zweiten Mal, *diesmal* ($1.84 : 1.45 = 1.27$ - mal. Das Speichenspannungsverhältnis $T1' : T2'$ wäre bis jetzt ($1.84 : 2$) : 1.27 = 0.724 : 1.

Jetzt wäre die Spannung $T1'$ zu klein, $T2'$ zu gross. Darum verwenden wir nun, drittens, eine neue Nabe, die hergestellt werden muss. Das ursprüngliche Mass $d = 19$ bleibt bestehen, aber das Mass $c = 35$ auf dem Nabenkörper wird vergrössert ($1 : 0.724$) - mal, sodass $c(\text{neu}) = 35 \times (1 : 0.724) = 48.34$. Die neue Nabe hat folgende Masse: $2 a = 130$; $c = 48.34$ (neu) ; $d = 19$; Abstand der Flansche = $c + d = 67.34$ (neu) ; $c : d = 2.54$ (neu) . Das endgültige Speichenspannungsverhältnis $T1' : T2' = (0.724 : 1) \times (1 : 0.724) = 1 : 1$.

Wir haben rechnerisch die ideale Masse der Nabe und dadurch das ideale Speichenspannungsverhältnis von $T1' : T2' = 1 : 1$ erreicht. Zu dieser Lösung braucht man ein Speichenanzahlverhältnis von 1 : 2 (wie im Fall 3)), eine asymmetrische Felge (wie im Fall 2)) und neu, eine neue Gestaltung der

247800

ihrer

Nabe an ~~der~~ linken Seite. Dafür bekommt man ein Hinterrad, mit welchem sich alle bisher bekannten und viel teureren Hinterräder nicht vergleichen können. Die asymmetrische Felge verbessert die Steifigkeit des Rades von rechts. Die Nabe mit grosser Distanz der Flansche gibt dem Rad zusätzlich grössere Steifigkeit von rechts und links. Das Speichenspannungsverhältnis von 1 : 1 verhindert Speichenbrüche und Seitenschläge, die durch unregelmässige Setzerscheinungen in den Verankerungsstellen der Speichen entstehen. Sehr wichtig ist, dass man das Rad sehr einfach reparieren kann, da es konventionelle Speichen und Nippel besitzt, die billig und überall käuflich sind. Auch bei diesem Rad sind gekreuzte Speichen an beiden Radseiten empfehlenswert.

EMPFEHLUNGEN , BISHERIGE ERFAHRUNGEN

Das Einspeichen der neuen Räder ist so einfach wie bei den konventionellen Rädern. Das Zentrieren von Hand geht sogar besser, da man die Nippel an beiden Radseiten ohne grossen Widerstand drehen kann. Für das Zentrieren mit einem Automaten müsste man die Maschine wahrscheinlich umprogrammieren. Wichtig ist die grössere durchschnittliche Speichenspannung (von etwa 1100 N und mehr), die mit einem geeichten Speichen-Spannungsmessgerät wenigstens in gewissen Zeitabständen gemessen werden soll, und das mehrfache Recken und Strecken des Rades bei seinem Zentrieren. Ein gutes Laufrad muss eine gute, nicht zu leichte Felge besitzen z.B. bei einem Rennfahrrad eine tropfenförmige Felge, etwa 19 mm breit und 20 mm hoch und nicht unter ca. 430 g schwer (asymmetrische Felgen mit seitlich versetzten Speichen und symmetrische Felgen mit diesen Eigenschaften sind auf dem Markt), konventionelle Qualitätsspeichen mit doppeltem Durchmesser 2/1.8 mm und gute konventionelle gefräste Messingnippel. Empfehlenswert sind weiter regelmässige Abstände der Verankerungspunkte der Speichen in der Felge, Speichen beidseitig gekreuzt und insgesamt nicht unter 24 Stücke (besser eher um 30).

Zur Vereinfachung der Bespeichung eines Rades und aus Kostengründen empfehlen wir folgendes: Die Bohrungen für die Speichennippel in der Felge (in deren Mitte oder seitlich versetzt) sollen so einfach als möglich ausgeführt werden. Alle Löcher sollen in einer Linie liegen (keine Zickzacklinien) und in radialer Richtung (senkrecht zur Radachse) gebohrt werden. Richtungsorientierungen der Bohrungen nach vorne, nach hinten, nach links oder nach rechts sind teuer, unnötig, und bei der Bespeichung verwirrend. Genügender Durchmesser der Bohrungen muss gewährleistet werden, damit sich die Nippel im Loch nach Bedarf selbst neigen können. Der Bohrungsdurchmesser ist der Durchmesser des zylindrischen Teiles des verwendeten Nippels mit einer Zugabe von etwa 0.5 Millimetern (nicht etwa nur 0.3 Millimetern, wie es bei den richtungsorientierten Bohrungen üblich ist).

247800

Prototypen für Versuchszwecke sind sehr einfach zu anfertigen, weil man konventionelle Naben, Speichen, Nippeln und Felgen verwenden kann. Nur die Anzahl und die Lage der Löcher für die Speichen in der Nabe und in der Felge sind anders, aber man kann vorhandene Naben und Felgen ohne grossen Aufwand in diesem Sinne abändern. Erfahrungen mit den Rädern im Betrieb gibt es noch nicht viele. Ein paar Räder sind im Dauereinsatz und bis jetzt zeigen sie gar keine Ermüdungserscheinungen. Vibrationen des Fahrrades bei schneller Fahrt - wie einige Theoretiker befürchten könnten - sind weitgehend unbekannt.

Mit dem bisherig Beschriebenen kann auch die Speichenspannung bei exzentrisch gespeichten Fahrrad-Rädern vereinheitlicht werden. Das erfindungsgemässe Verfahren ist Folgendes: Indem die Nabe an den einzelnen Seiten der Felgenmittelebene (M) mit einer entsprechend nicht gleichen Anzahl von verankerten Speichen versehen wird, kann die durchschnittliche Spannung der Speichen, soweit wie erwünscht, ausgeglichen werden. Wie bereits beschrieben, sind die gesamten Spannungen der Speichen, welche von der Nabe an der einen bzw. an der gegenüberliegenden Seite der Felgenmittelebene (M) in Richtung zur Felge führen, unterschiedlich gross. Durch die unterschiedliche Anzahl verankerter Speichen kann dies ausgeglichen werden.

DIE ZUKUNFT

Die beschriebenen Möglichkeiten zur Ausnützung des Patentes sind auf keinen Fall erschöpfend behandelt worden. Im Laufe der Zeit werden sicher bisher unbekannte Speichensysteme mit verschiedenen Speichenanzahl - und Speichenspannungsverhältnissen entstehen. Alle diesen neuen Varianten werden aber durch den Patentanspruch 1 abgedeckt, wobei die Anzahl der Speichen an den Seiten eines exzentrisch gespeichten Fahrrad-Rades verschieden ist.

Wir glauben, dass diese Schrift die Bespeichung der Laufräder revolutionieren wird. Jeder namhafte Fahrrad - oder Laufradhersteller wird sich damit früher oder später auseinandersetzen müssen. Es gelingt selten, dass ein jahrzehntelang bekanntes und immer grösser werdendes Problem, um dessen Lösung sich die weltgrössten Firmen mit verschiedensten Mitteln und grösstem Aufwand bemühen, auf solche Art und Weise beseitigt wird. Unsere Lösung des Problems - der höchst unerwünschten ungleichen Speichenspannungen an den Seiten eines Fahrrad-Rades - ist sehr überraschend. Es ist aber mit Abstand die einfachste, die billigste und die vollkommenste Lösung.

P A T E N T A N S P R U E C H E

1. Exzentrisch gespeichtes Fahrrad-Vorderrad oder Fahrrad-Hinterrad bestehend aus einer Nabe, die durch Speichen mit einer ringförmigen Felge unter Spannung verbunden ist, bei welchem die Mittelebene der Verankerungsstellen der Speichen in der Felge von der Mittelebene der Nabenflansche oder von der Mittelebene der anders ausgebildeten Verankerungsstellen der Speichen an den Seiten der Nabe (F) seitlich versetzt ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Speichen, welche von der Nabe an derjenigen Seite der Felgenmittelebene (M) in Richtung zur Felge führen, wo eine höhere Summe der Spannungen dieser Speichen vorhanden ist, grösser ist, als die Anzahl der Speichen, welche von der Nabe an der gegenüberliegenden Seite der Felgenmittelebene (M) in Richtung zur Felge führen, wo eine niedrigere Summe der Spannungen der Speichen vorhanden ist.
2. Exzentrisch gespeichtes Fahrrad-Vorderrad oder Fahrrad-Hinterrad nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Speichen, welche von der Nabe an der einen Seite der Felgenmittelebene (M) in Richtung zur Felge führen und die Anzahl der Speichen, welche von der Nabe an der anderen Seite der Felgenmittelebene (M) zur Felge führen, im Verhältnis 2 : 3 stehen.
3. Exzentrisch gespeichtes Fahrrad-Vorderrad oder Fahrrad-Hinterrad nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Speichen, welche von der Nabe an der einen Seite der Felgenmittelebene (M) in Richtung zur Felge führen und die Anzahl der Speichen, welche von der Nabe an der anderen Seite der Felgenmittelebene (M) zur Felge führen, im Verhältnis 1 : 2 stehen.

2478.00

4. Exzentrisch gespeichtes Fahrrad-Vorderrad oder Fahrrad-Hinterrad nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass es eine Felge, bei welcher die Mittelebene der Verankerungsstellen der Speichen in der Felge von der Felgenmittelebene (M) seitlich versetzt ist, aufweist.
5. Exzentrisch gespeichtes Fahrrad-Hinterrad nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass es eine Hinterradnabe aufweist, bei welcher die Distanz der Mittelebenen der Nabenflansche oder der Mittelebenen der anders ausgebildeten Verankerungsstellen der Speichen an den Seiten der Nabe ($c + d$), 58 oder mehr Millimeter beträgt.
6. Exzentrisch gespeichtes Fahrrad-Vorderrad oder Fahrrad-Hinterrad nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass es auf der Nabe und/oder auf der Felge einen Aufkleber mit einer Aufschrift "spokes 2 : 3" oder "spokes 1 : 2" oder mit einem anderen geeigneten Text aufweist, der auf die ungewohnte und für das Zentrieren des Rades wichtige Anordnung der Speichen an den Radseiten aufmerksam macht.
7. Ein Fahrrad mit wenigstens einem exzentrisch gespeichten Rad nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 6.

8. Exzentrisch gespeich~~er~~tes Fahrrad-Vorderrad oder Fahrrad-Hinterrad, bestehend aus einer Nabe, die durch Speichen mit einer ringförmigen Felge unter Spannung verbunden ist, bei welchem die Mittelebene der Verankerungsstellen der Speichen in der Felge von der Mittelebene der Nabenflansche oder von der Mittelebene der anders ausgebildeten Verankerungsstellen der Speichen an den Seiten der Nabe (F) seitlich versetzt ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Speichen, welche von der Nabe an der einen Seite der Felgenmittelebene (M) in Richtung zur Felge führen, nicht gleich ist wie die Anzahl der Speichen, welche von der Nabe an der anderen Seite der Felgenmittelebene (M) in Richtung zur Felge führen.
9. Verfahren zur Vereinheitlichung der Speichenspannung bei exzentrisch gespeich~~er~~ten Fahrrad-Rädern, indem die durchschnittliche Spannung der Speichen, welche von der Nabe an derjenigen Seite der Felgenmittelebene (M) in Richtung zur Felge führen, wo eine grössere *gesamte* Spannung der verankerten Speichen vorhanden ist, mit der durchschnittlichen Spannung der Speichen, welche von der Nabe an der gegenüberliegenden Seite der Felgenmittelebene (M) in Richtung zur Felge führen, wo eine niedrigere *gesamte* Spannung der verankerten Speichen vorhanden ist, soweit als erwünscht ausgeglichen wird, indem die Nabe an den einzelnen Seiten der Felgenmittelebene (M) mit entsprechender ~~nicht~~ gleicher Anzahl der verankerten Speichen versehen wird.

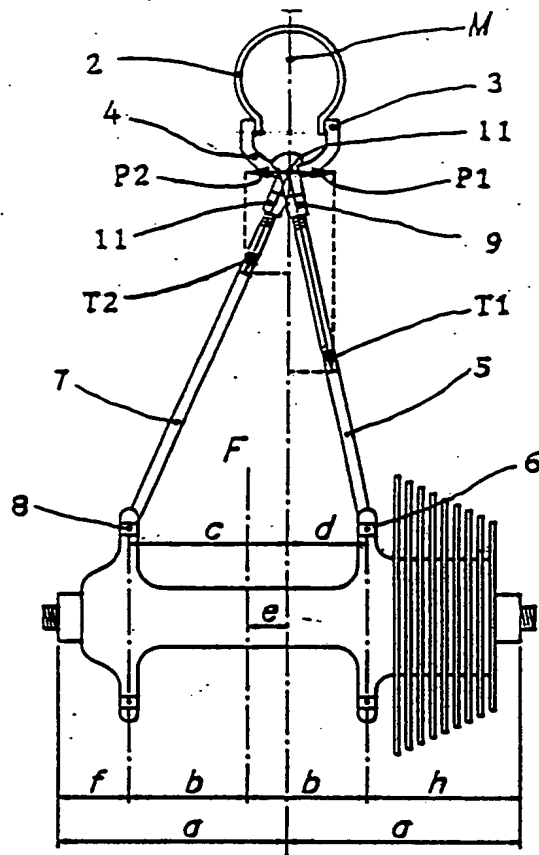
Zusammenfassung

Ein nach jeder Ausführungsform der Erfindung exzentrisch gespeichtes Fahrrad-Vorderrad oder Fahrrad-Hinterrad hat an seinen Seiten ungleiche Anzahl der Speichen, aber eine nahezu gleiche oder genau gleiche durchschnittliche Spannung der Speichen. Aus mehreren Gründen ist dieses Rad im Betrieb wesentlich dauerhafter als ein vergleichbares konventionelles exzentrisch gespeichtes Fahrrad-Vorderrad oder Fahrrad-Hinterrad, welches an seinen Seiten gleiche Anzahl der Speichen, aber wesentlich ungleiche durchschnittliche Spannungen der Speichen hat.

(Fig. 4)

FIG. 1

STAND DER TECHNIK



$$c : d \cong T1 : T2$$

FIG. 2

STAND DER TECHNIK

SPEICHEN : **1:1**

total 24: --- 12; — 12

DETAIL

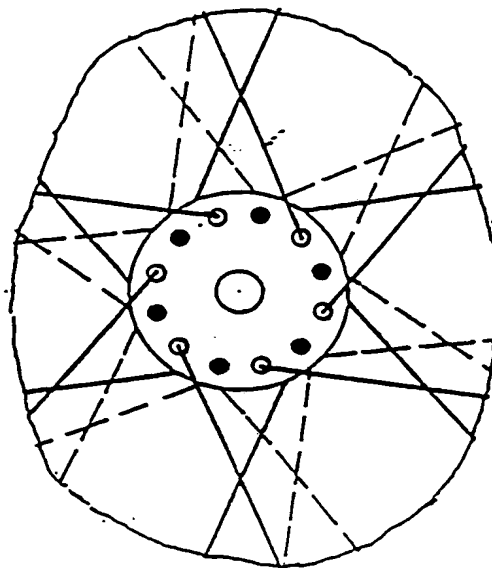
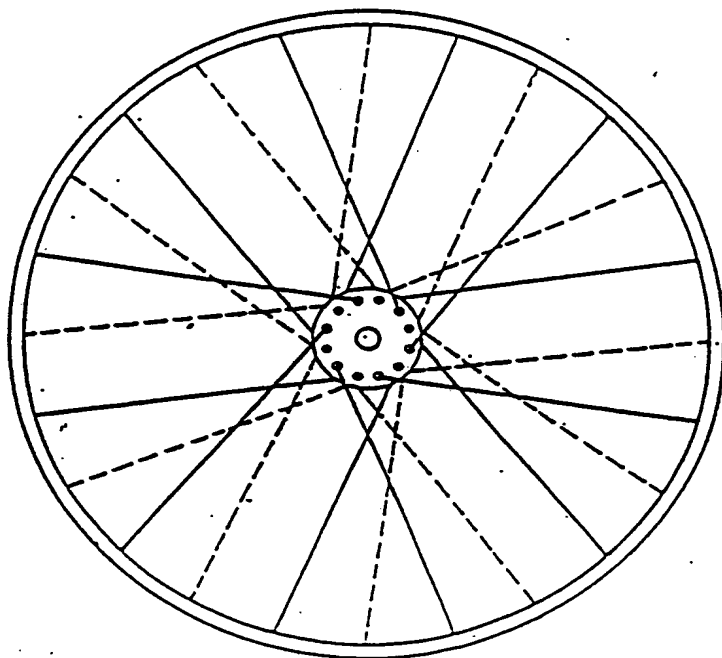


FIG. 3

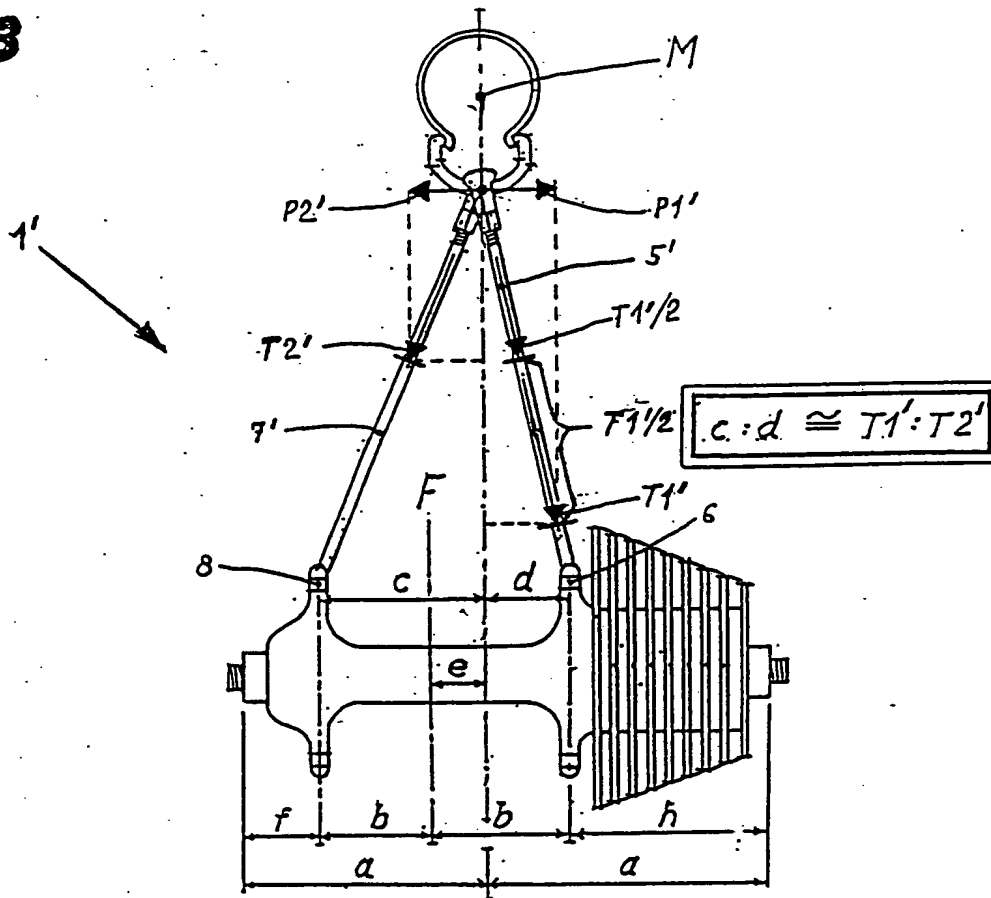


FIG. 4

SPEIGHEN: **1:2**
total 24: - - - 8; — 16

ANALOGUE VARIANTEN:

total 24: - - - 8; — 16
total 30: - - - 10; — 20
total 36: - - - 12; — 24
total 42: - - - 14; — 28

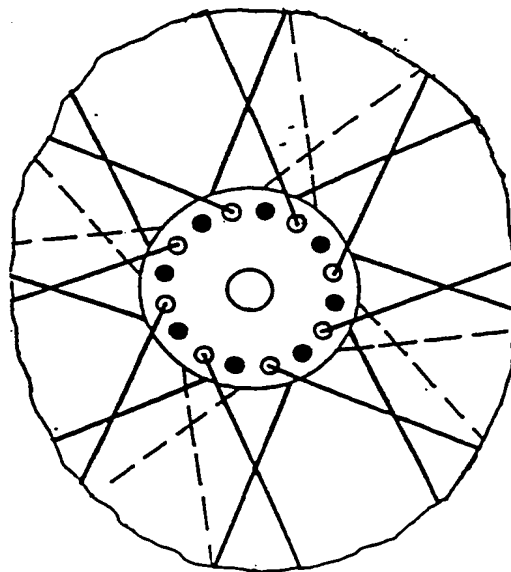
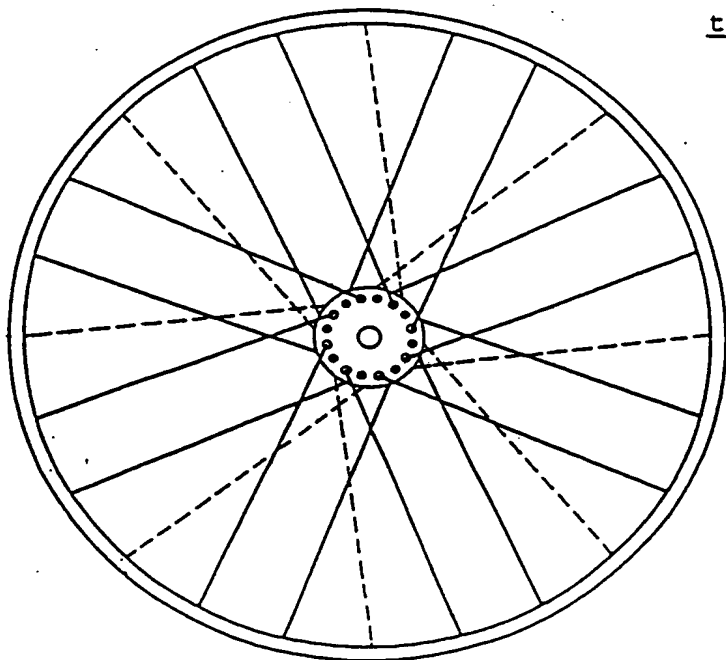
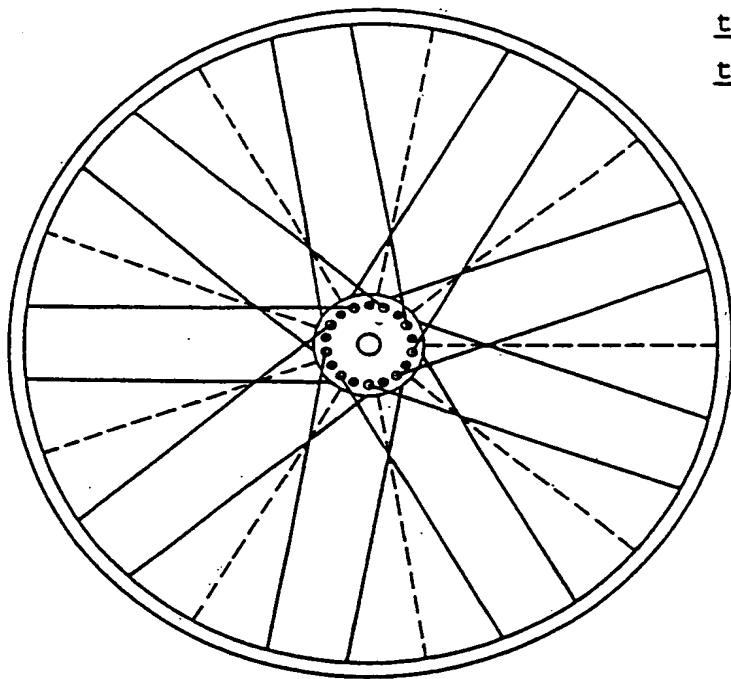


FIG. 5

SPEICHEN: 1:2

total 27: - - - 9; — 18



ANALOGUE VARIANTEN:

total 21: - - - 7; — 14

total 27: - - - 9; — 18

total 33: - - - 11; — 22

total 39: - - - 13; — 26

total 45: - - - 15; — 30

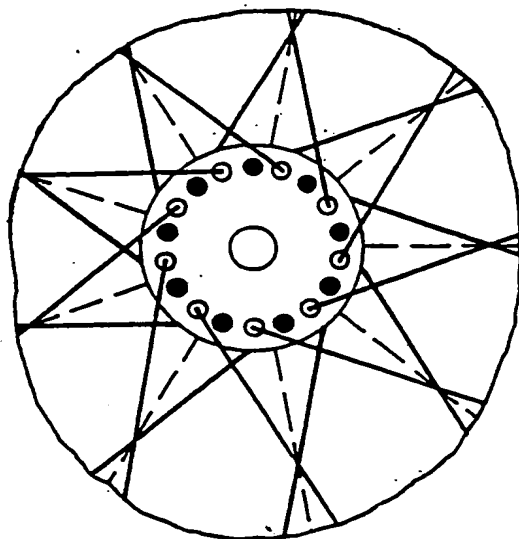
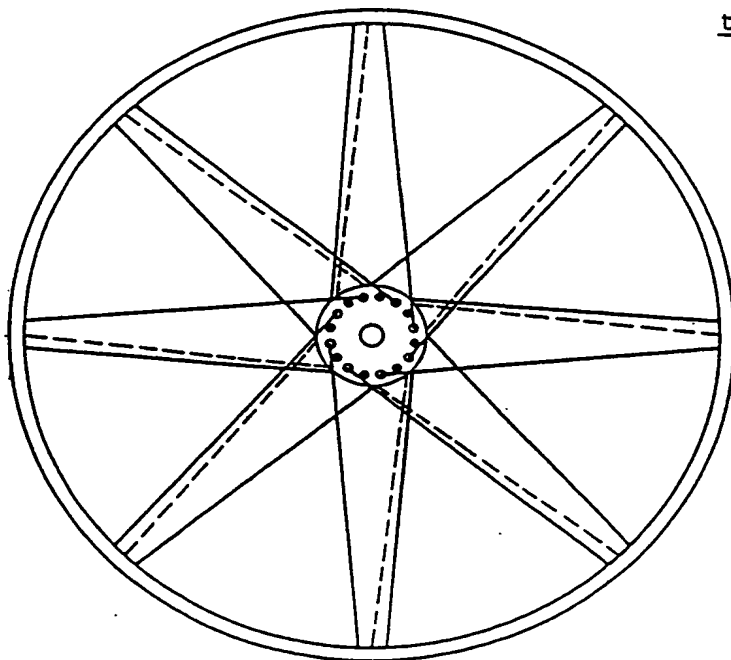


FIG. 6

SPEICHEN: 1:2

total 24: - - - 8; — 16



ANALOGUE VARIANTEN:

total 24: - - - 8; — 16

total 30: - - - 10; — 20

total 36: - - - 12; — 24

total 42: - - - 14; — 28

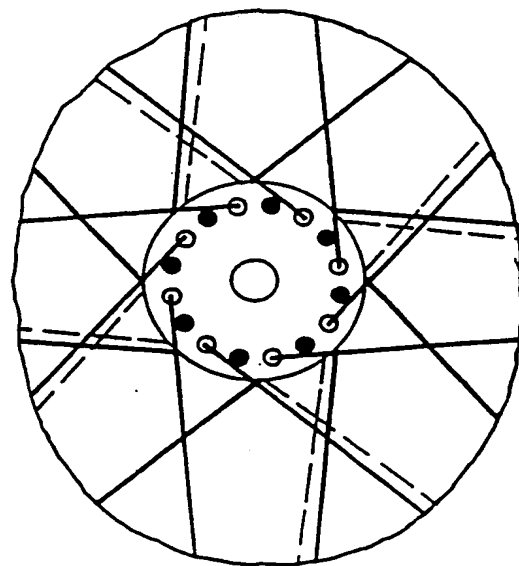
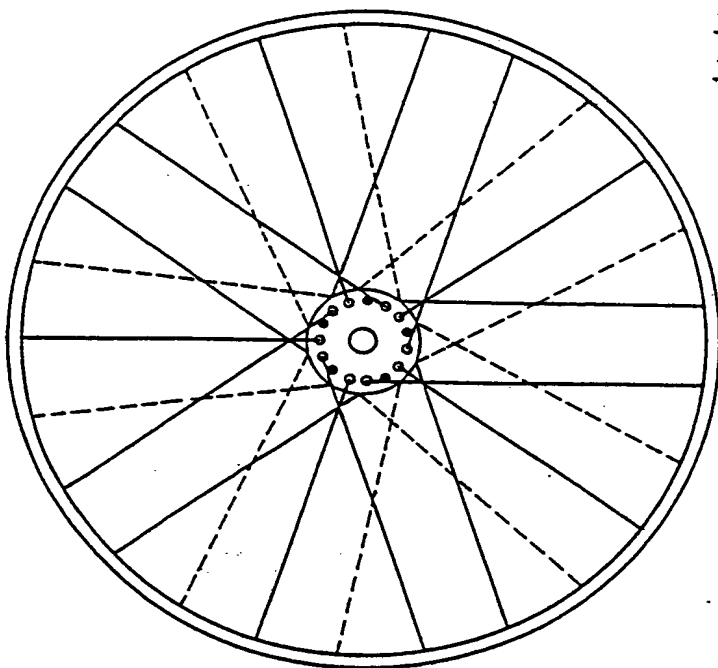


FIG. 7

SPEICHEN: 2:3

total 25: - - - 10; — 15



ANALOGUE VARIANTEN:

total 20: - - - 8; — 12

total 25: - - - 10; — 15

total 30: - - - 12; — 18

total 35: - - - 14; — 21

total 40: - - - 16; — 24

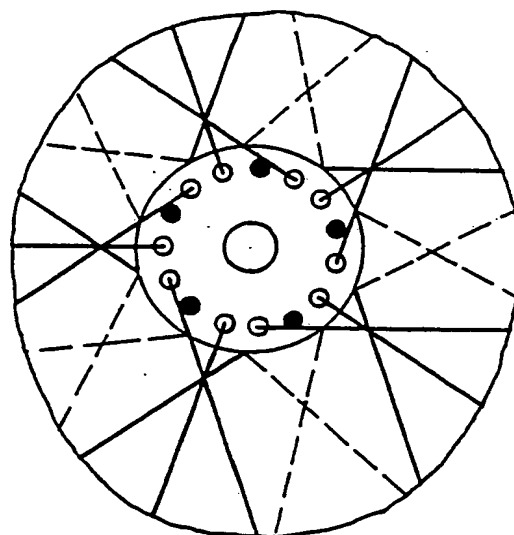
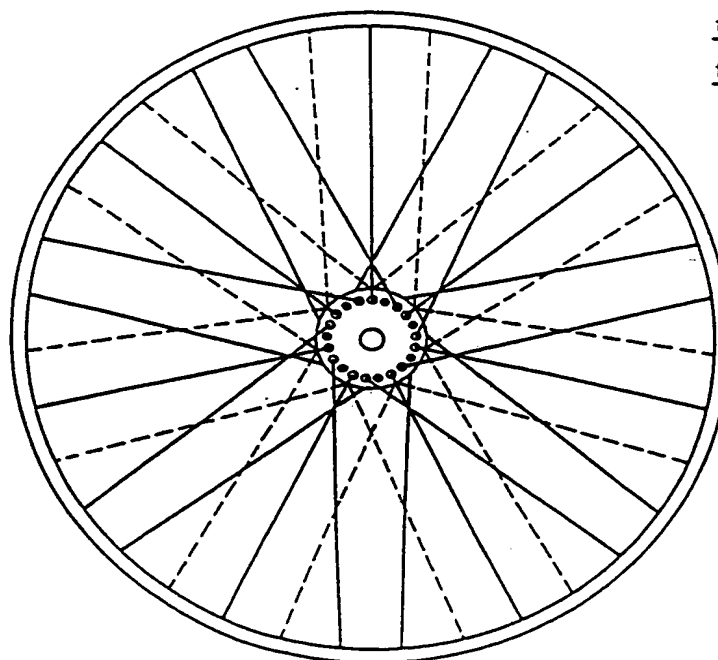


FIG. 8

SPEICHEN: 2:3

total 35: - - - 14; — 21



ANALOGUE VARIANTEN:

total 20: - - - 8; — 12

total 25: - - - 10; — 15

total 30: - - - 12; — 18

total 35: - - - 14; — 21

total 40: - - - 16; — 24

